

**Az intravénás és inhalációs
anesztetikumok sajátosságai.
Analgetikumok, opioidok.
Izomrelaxánsok. Antidótumok**

Dr. Szudi László
V. Évfolyam 2008 nov. 10.

**Intravénás anesztetikumok
csoportosítása**

- **Barbiturátok:** Thiopental, Methohexital
- **Benzodiazepinek:** Diazepam, midazolam
- **Imidazol-származék :** Etomidat
- **Phenol-származék:** Propofol
- **Phencyclidine:** Ketamin
- **Steroidok:** Jelenleg nincsenek forgalomba forgalomban

Hatásmechanizmus

- Gyorsan átjutnak a vér-agy-gáton
- Benzodiazepin-receptor-GABA_A (-γ-aminovajsav)-klorid-csatorna komplexhez, acetilkolin-receptorhoz és a feszültségfüggő Na-csatornákhoz kötődnek
- A barbiturátok, etomidát, propofol, benzodiazepinek a GABA_A receptorhoz kötődnek és fokozzák a Cl-csatornák vezetőképességét. A barbiturátok megnyújtják a csatornák nyitvatartási idejét is
- A ketamin az NMDA (N-metil-D-aspartat) receptorokon hat, nem-kompetitív antagonistaként gátolja a Na-, Ca-beáramlást és a K-kiáramlást

**Az ideális
iv. anesztetikum**

- Fizikai tulajdonságok:
- Vízoldékony
- Oldatban stabil
- Hosszú spontán bomlási idő
- Nem fáj az iv. injekció
- Nem irritálja a szöveteket, ha subcutan adjuk
- Nem okoz thrombophlebitist
- Kis volumenben beadható
- Fájdalmat okoz artériába adva

Farmakológiai jellemzők:

- Indukció egy kar-agy idő alatt
- Minimális szívizom-depresszió
- Nem okoz vazodilatációt
- Minimális légzésdepresszió
- Nem szabadít fel hisztamint
- Nem okoz hiperszenzitivitást
- Inaktív metabolitokra bomlik
- Nem okoz neuromuscularis blokkot
- Nem okoz hányingert
- Nem okoz izgalmi reakciót
- Nem okoz rémálmodt
- Tiszta fejjel ébred a beteg
- Nem okoz mellékvese szupressziót

Szöveti kompartmentek

Perfúziós csoport	Szövet	Testsúly %-a	Perctérfogat %-a	Véráram l/100kg szövet /perc
High (Vessel rich group)	Agy, Szív Vese, Máj	9	75	75
Medium	Vázizom nyugalomban	50	18	35
Low	Zsír	19	5	2,5

Thiopental megoszlása a szövetekben

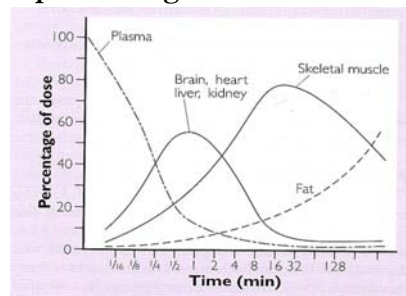


Figure 32.2 The estimated distribution of thiopentone in various tissues after intravenous bolus injection. (Adapted from Price HL. *Anesthesiology* 1960;21:40.)

Barbiturátok I.

- **Thiopental (Trapanal)** thiobarbiturát, alkalikus pH-n oldódik 2.5%-os oldatát használjuk, bacteriostaticus, 48 óráig beadható az oldat
- **Dózis:** 3-5mg/kg (időseknél csökkenteni), egy kar-agy idő (30s) alatt hat lipid oldékony 90% átmegy a vér-agy gáton.
- **Antikonvulzív, agy protektív**
- **Kardiodepresszív** CO₂↓, BP↓, **légzésdepresszív**
- Ha a légutakban váladék van, **laryngospazmust** okoz
- **Histamint** szabadíthat fel a hisztoaminokból, urtikáriát okozhat, de az anaphylaxia ritka. Asthmás betegeknél bronchospasmus lehet
- **Nincs fájdalomcsillapító hatása**, csökkenti a fájdalomküszöböt
- Extravasculáris injekció fájdalmat, szöveti nekrozist okoz
- **Intraartériásan adva spazmust**, a végtag elvesztését okozhatja
- **Ébredés:** egyszeri dózis után 5-10 perc, ami főként a megoszlásnak és csak 18%-ban a lebomlásnak (máj) köszönhető

Etomidát

- Imidazol származék, 0,2%-os oldat pH 8,1), propylen-glycollal stabilizálják
- **Dózis** 0,3ml/kg, 75%-ban plazma proteinhez kötődik
- Fő előnye, hogy **alig van kardiovaszkuláris mellékhatása** és nagyon biztonságos (LD₅₀ : ED₅₀ 30)
- Nem szabadít fel hisztamint, hypersensitivitás ritka, légzésdepresszív hatása kicsi
- **Fő indikáció a rossz kardiovaszkuláris állapot és a hypovolemia**
- **Mellékhatások:** fájdalmat okoz beadáskor (propylen glycol), gyakori hányinger, hányás, finom izomrángások, (de nem okoz EEG eltérést). Hosszabb ideig adva mellékvese-kéreg szuppressziót okoz, így folyamatos infúzióban nem adható
- Az ébredés gyors, de a mellékhatások miatt ambuláns anesztéziára nem javasolt

Benzodiazepinek

- **Midazolam (Dormicum):** Vízben jól oldódik, nem irritatív, nem okoz fájdalmat
- **Adagja** premedikációban 0,4-0,5 mg/kg p.os
iv bevezetésben 0,1-0,2 ml/kg
- Iv. adva hatása 3-4 perc alatt áll be és kb. 60 percig tart.
- Sokszor ko-indukcióban egy másik iv. anesztetikummal együtt adják, ilyenkor tört adagok elegendőek mindkét altatószerekből
- Görcsoldó, izomellazulást és retrográd amnéziát okoz.
- Jó anxiolitikum, ezért is alkalmazzák premedikációban.
- Kevésbé kardiodepresszív, mint a barbiturátok, vagy mint a propofol

Barbiturátok II.

- **Metohexital (Brietal)** 1-2mg/kg, 1%-os oldat
- Kevésbé szöveti irritatív, de nagyobb fájdalmat okoz extravasculárisan
- 80%-ban excitatórikus reakciókat okoz (tremor, köhögés, csuklás)
- EEG-n convulsiv aktivitást okoz
- Kisebb vérnyomásesést okoz mint a thiopental, de jobban tachycardizál
- Gyorsabb az ébredés, amaj gyorsabban bontja

Propofol

- Phenol-származék, 1- és 2%-os olaj-víz emulzió (szójabab olaj, tojás-foszfátid és glicerin)
- **Dózis:** 1,5-2,5mg/kg (időseknél csökkenteni) lipid oldékony, 98%-ban fehérjéhez kötött
- **Előnyei:** ébredés gyors, „tisza fej”, hányinger hányás ritka, folyamatos infúzióban adható, nem kumulálódik, így TIVA (totál iv. anesztézia) részeként adható
- **Mellékhatások:** Kardiodepresszív, vaszkuláris rezisztencia↓, BP↓, bradycardia. Biztonságossága az etomidát és a thiopental között van. Légzésdepresszív, átmeneti apnoet okoz. Beadáskor fájdalom lehet, főleg, ha kis vénába adjuk. Excitatórikus mellékhatások ritkák, epilepsziásoknak ne adjuk.
- Gyerekeknek 2 év alatt ne adjuk, váratlan halált írtak le. Metabolikus acidozist, bradycardiát, progresszív szívelégtelenséget váltott ki
- **Fő javallata:** Ambuláns anesztézia, TIVA részeként 4-6µg/ml plazma koncentráció opioiddal együtt adva. Narkózis alatt a plazma koncentráció nem mérhető, ezért számítógépes modellt fejlesztettek ki fecskendő pumpa vezérlésre (TCI target controled infusio)

Ketamin 1.

- Phencyclidin, két stereoizomer R(-) és S(+) racem keveréke. S(+) 3.4-szer potensebb, de több psychoticus reakciót okoz
- **Különbözik más iv. anesztetikumoktól:**
 - **Alig van hypnoticus hatása.** Disszociatív anaesthesiát okoz: a beteg nem csukja be a szemét és van pillareflexe
 - **Erős fájdalomcsillapító hatása van a spinoreticuláris rendszeren keresztül**
 - **Indukciós dózis:** 1-2mg/kg iv. 90s alatt beáll és 5-10 percig tart
 - 10mg/kg im. 8 perc alatt áll be a hatása és 20-30 percig tart

Ketamin 2.

- Emeli a plazma noradrenalin szintet, BP↑, P↑, CO↑ SVR ↑, PVR↑ Direct myocardium depresszió izolált szíven
- Az agy O₂ igényét növeli, agynyomást fokoz. Koponyasérültnek tilos adni
- Alig befolyásolja a légzést, hypersecretiot okoz, amit atropinnal csökkenthetünk. Bronchodilatátor
- Gyakran okoz rémálmokat, a hallucinációk, delirium 24 óráig is eltarthat. Benzodiazepin premedikáció ezt csökkenti
- **Kontraindikált:** Cerebrovasculáris betegségek, hipertónia, ischemiás és valvularis szívbetegségekben psychoticus állapotokban, emelkedett ICP és IOP esetén

Inhalációs anesztetikumok

- A nitrogén oxidul (N₂O) kivételével halogénezett szerves vegyületek.
- Az N₂O gáz, a többi folyadék, melynek párját (vapor) kalibrált párologtatóval adagoljuk az altatógép légzőkörébe.
- Jelenleg a következő inhalációs anesztetikumokat használjuk:
 - **Nitrogen oxidul 1844**
 - **Halothan: 1956**
 - **Enfluran: 1966**
 - **Isofluran 1971**
 - **Sevofluran 1990**
 - **Desfluran 1992**

Inhalációs anesztetikumok felvétele, leadása

- Speciális két irányú út a tüdőn keresztül: gázok felvétele és leadása
- Diffúzió az alveolocapilláris rendszeren keresztül történik
 - a transzportot meghatározó tényezők:
 - ventiláció
 - koncentráció gradiens mértéke és iránya
 - alveoláris felszín
 - alveolo-capilláris vastagság
 - pulmonális kapilláris keringés
 - oldékonyság
 - „second gas” -effect („második gáz”-hatás)

Oldékonyság

Anesztetikum	Vér-gáz	Agy-vér
Desflurane	0,42	1,3
Nitrogén oxidul	0,47	1,1
Sevoflurane	0,68	1,7
Isoflurane	1,4	1,6
Enflurane	1,9	1,4
Halothan	2,3	2,0

MAC érték

	MAC O ₂ /levegő	MAC O ₂ /70%N ₂ O
Nitrogen Oxidul	104	-
Halothan	0,75	0,26
Enflurane	1,63	0,57
Isoflurane	1,17	0,41
Desflurane	6,6	2,3
Sevoflurane	1,8	0,62

MAC értéket befolyásoló tényezők

- Opiátok, alkohol csökkenti
- Terhesség és öreg kor szintén csökkentik
- Gyermekkor növeli, a csúcs 6-12 hónap között van és tizenéves korban éri el a felnőtté
- Újszülött, koraszülött korban alacsonyabb a MAC érték
- Kritikus rossz állapot nagymértékben csökkenti a MAC értéket

Nitrogén-oxidul N₂O

- Jó analgetikum, de kevésbé jó hipnotikum
- Nem irritatív, kevésbé oldékony, nem metabolizálódik
- Kardiodepresszív, bradikardizál, SVR-t fokozza
- Jól diffundál, testüregekbe belép (bél disztenzió ileusnál, ptx, stb)
- 6 órán túl, vagy gyakran ismételve csontvelő károsodást okozhat

Sevoflurane

- Alacsony oldékonyágú, viszonylag kellemes illatú
- **Gyors elalvás-ébredés**, kevésbé irritatív, narkózis bevezetésére is alkalmazható
- **Neurol. hatás:** 1 MAC hipocapnia esetén nem okoz agnyomás fokozódást. Az agy autoregulációja megtartott.
- **Keringés:** Dózis-függő vazodilatációt és perctérfogat csökkenést okoz. Nem tachycardizál, nem okoz coronária steal.
- A máj keringése megtartott.
- **Légzés:** Dózis-függően fokozza a légzésszámot és csökkenti a tidal volumen
- Erős bázis hatására, (ami az elnyelő szódában van) ún. **compound-A**-ra bomlik, amely patkányokban vese tubulus károsodást okoz. Emberben ezt még nem tapasztalták

Isoflurane

- Stabil, kissé kellemetlen szagú vapor. Bár oldékonyága lehetővé tenné, mégsem alkalmas narkózis bevezetésre, mivel légúti irritatív hatású.
- **Neurológiai hatás:** 1 MAC alatt nem okoz szignifikáns CBF növekedést, és csökkenti a CMRO₂-t. Így ebben a dózisban nem növeli az ICP-t. Az agy auto-regulációja megtartott.
- **Kardiovaszkuláris hatás:** dózis függő kardiodepresszió, tachycardia, SVR↓. Coronária dilatátor, így koszorúsér elmeszesedésben „coronária steal” okozhat. Csökkenti a hypoxiás pulmonális vazokonstriktiót.
- Additív myokardiális depressziós hatása van a kalcium-csatorna blokkolókkal.
- **Respiratórikus hatás:** egyezik más inhalációs anesztetikumokéval.
- Lebomlás: 0,2% metabolizálódik anorganikus fluorrrá

Halogénezett inhalációs anesztetikumok közös jellemzői

- Mindegyik dózis-függő légzésdepressziót okoz
- Mindegyik dózisfüggő kardiodepressziót okoz
- Mindegyik dózis-függő narkózis-mélységet okoz
- Mindegyik növeli az intrakraniális nyomást
- Mindegyik ellazítja az uterus simaizomzatát
- Mindegyik izomrelaxációt okoz és potenciózza az izomrelaxánsok hatását
- Mindegyik malignus hipertermiát okozhat a genetikailag érintetteknél

Desflurane

- **Legkevésbé oldékony**, gyors elalvás-ébredés, de légúti irritatív hatása miatt nem lehet narkózis bevezetésre használni. Különleges párologtató kell hozzá, mert 39C^o-on forr.
- **Neurol. hatás:** ICP nő, az agyi autoreguláció elvész
- **Kardiovaszkuláris hatás:** legkevésbé kardiodepresszív, CVP↑, HR↑, SVR↓, MAP↓. Gyorsan emelve a koncentrációt szimpatikus izgalmat (tachycardiát, hypertóniát okozhat). A szívet nem érzékenyíti katekolaminokkal szemben.
- **Légzés:** Légzésdepressziót okoz, A CO₂ érzékenységét csökkenti a légzőközpontnak.
- **Klinikai használat:** Alkalmas ambuláns anesztéziára. Még hosszú narkózis után is gyorsan ébred a beteg.
- Csak 0,02% metabolizálódik anorganikus fluorra.

Halothan

- **Bomlékony** ezért sötét üvegben tartják. Relative kellemes illatú, nem irritatív, ezért narkózis bevezetésre is használható.
- **Neurológiai hatás:** CBF↑, ICP↑, az autoreguláció elvész.
- **Kardiovaszkuláris hatás:** legerősebben kardiodepresszív, a vérnyomáscsökkenés ennek köszönhető. Arritmogén, a katekolaminokkal szemben érzékenyíti a szívet.
- **Respirációs hatás:** hasonló más inhalációs anesztetikumokhoz, bronchodilatátor.
- 20%-ban metabolizálódik
- **Halothan hepatitis:** 1:37000-hez. Ismételt adás, előző adverse reakció

Opioidok-alapfogalmak I.

- **Opioid** : minden drog, ami az opioid receptoron hat
- **Opiát** természetes opium derivátumok: morphine, codeine, papaverine
- **Potens** (potency) a dózis ami szükséges a maximális hatás 50%-ának eléréséhez (ED₅₀).
- **Effektivitás** (efficacy) nagysága a maximális hatásnak.
- **Pl.:** Buprenorphine potensebb, mint a morphine, vagyis kisebb dózis elég az 50%-os fájdalomcsillapításhoz, de kisebb az effektivitása, vagyis bármekkora dózist adunk, teljes fájdalom csillapítást sohasem érünk el (plafon effectus)

Opioid receptorok

Hagyományos név	Új név	Természetes ligand	Hatás
Delta δ	OP1	Enkephalinok	Spinális fájdalomcsillapítás
Kappa K	OP2	Dynorphinok	Dysphoria, fájdalomcsillapítás
Mü μ	OP3	Endomorphin I és II	Teljes opiát hatás
Orphan	ORL I	Orphanin FQ	Spinális fájdalomcsillapítás, centális anti-opioid

Opioid hatások

- **CNS:** Analgézia, szedáció, hányinger, hányás, miosis, euphoria, dysphoria
- **Légzés** centrális légzésdepresszió, ritka légvétel, mind CO₂ emelkedésre, mind hypoxiára csökken a légzőközpont válasza.
- **Kardiovaszkuláris:** Hypotonia, bradycardia
- **Gastrointesztinális:** Csökkent gyomor ürülés, vékonybél tónus fokozott, de csökkent kontrakciók. Fokozott Oddi sphincter tónus.
- **Urogenitalis:** Gátolja a vizeleti reflexet, emelkedett detrusor izom tónus.
- **Egyebek** Izomrigiditás, Histamin felszabadítás (különböző mértékben), viszketés (spinálisan adva)
- **Stabilizálják a beteg kardiovaszkuláris állapotát. Minél rosszabb állapotú a beteg, annál inkább opioid alapú anesztézia szükséges.**

Opioidok-alapfogalmak II.

- **Tolerancia:** Egyre nagyobb dózisokat kell beadnunk ahhoz, hogy ugyan azt a hatást érjük el.
- **Dependencia:** Az az állapot, amikor a gyógyszer abbahagyása, vagy a dózis csökkentése megvonási tüneteket okoz.
- **Addikció:** Egyfajta viselkedési forma alakul ki, a beteg magának adagolja a drogot és mindent elkövet annak érdekében, hogy elkerülje a gyógyszer-hiány okozta kellemetlen állapotot. Ez sokszor kriminális magatartáshoz vezet.
- Tolerancia és dependencia előfordul, de addikció extrém ritka az akut illetve krónikus fájdalom csillapítás során.

Opioidok csoportosítása

- **Agonisták:** Morphine, Codeine, Fentanil, Sufentanil, Alfentanil, Pethidin. Effektivitás ua., de különböző potenciál.
- **Parciális μ agonista:** Buprenorphine(30%-kal potensebb, mint az Mo, de kevésbé effektív)
- **Agonista-antagonista** (μ antagonista, K agonista) nalbuphine (Nubain), pentazocine stb. Kisebb légzésdepresszió, de kisebb effectivitás, gyakoribb dysphoria.
- **Antagonista:** Naloxone, mindenreceptoron antagonista, teljesen felfüggeszti az opioid hatást, műtét után antidótumnak adhatjuk, 0,1 mg-onként adagolva.

Gyakrabban használt opiátok

- **Morphine:** 1-2 mg iv (1-2 óra) , 5-10 mg sc. (4-6 óra), 10-20 mg p-os→áttörésemes fájdalom. Epidurálisan is adhatjuk.
- **Pethidine:** (Dolargan) Mo-nál rövidebb hatású, központi idegrendszeri excitációt okoz (konvulzió), MAO-bénítót szedőknél kontraindikált. Antikolinergias és lokálanesztetikum hatása is van.
- **Fentanil:** 100-szor potensebb, mint a morphine. Anesztéziában 1-3μ/kg iv az adagja, kb 20 percig tart. Zsírolékony, transzdermális tapaszként chr. fájdalom csillapításban használható. Kumulálódik, ezért a narkózis során egyre ritkábban illetve kisebb adagban kell ismételti.
- **Alfentanil:** Kevésbé potens, mint a fentanil (8-13μ/kg), rövidebb ideig hat. Hosszabb műtétnél infúzióban adják, kumulálódik.
- **Sufentanil:** a Fentanilnál potensebb, hosszabb hatású, altatásnál a legstabilabb kardiovaszkuláris állapot biztosítja
- **Remifentanil:** 5-perc féléletidejű, a szöveti esterese bontja, injekciós pumpával folyamatosan kell adagolni. Nem akkumulálódik

NSAID

- Cyclo-oxigenase bénítók (COX), a prosztagandin szintézist gátolják arachidone savból. Analgészia, trombocita aggregációt gátló, láz-és gyulladáscsökkentő hatásuk van.
- COX I izoenzim bénítás felelős a mellékhatásokért (GI fekély, vesefunkció károsodás, vérzés). Aspirin, Diclofenac, Indometacin (kevésbé vesetoxikus), Ketorolac
- COX II izoenzim bénítás felelős a gyulladás csökkentő hatásért. Movalis

NSAID kontraindikációk

- Peptikus fekély v. GI vérzés az anamnézisben
- Aspirin szenzitív asthma
- Vese károsodás
- Hyperkalémia
- Keringési elégtelenség
- Súlyos májkárosodás
- Nem kontrollált hipertenzió
- Pre-eklampszia-toxémia
- SIRS

Egyéb analgetikumok

- Paracetamol az agyban bénítja a prosztagandin szintézist, perifériás hatása alig van. Nem okoz GI fekélyt, vérzést, nincs gyulladás csökkentő hatása.
- Fatális máj nekrozist okozhat túladagolása. Évtizedeken át tartó szedése veseelégtelenséget okozhat.

Neuromuscularis blokkolók

- Postszinaptikus nikotin receptorokon hatnak a harántcsíkolt izomban.
- **Depolarizálók:** A receptorhoz kötődnek és az acetilkolinhoz hasonlóan kinyitják az ion csatornákat (fascikuláció), de nem válnak le róla, így utána ingerelhetetlenné válik a membrán. (succinylcholine)
- **Nem-depolarizálók:** Kompetitív antagonisták az acetilkolinhoz hasonlóan kinyitják az ion csatornákat. Quaterner aminok, vízben jól oldódnak. Nem okoznak depolarizációt. Első képviselőjük volt a d-tubocurarine, ami histamint szabadít fel, nagyobb dózisban ganglion blokkoló. Ma már nem alkalmazzák.

Succinyl-choline

- **Adagja 1-1,5mg/kg**, 5 perc alatt elbomlik. Plazma kolinesterase bontja, ennek deficienciájában hatása elnyúlik.
- **Fő indikációja:** telt gyomrú beteg gyors intubálása
- Mellékhatásai:
 - **Kardiovaszkuláris:** bradikardia (acetilkolin szerű hatás)→gyerekek!
 - **Histamin** felszabadulás→RR↓, bronchospasmus
 - **Hyperkalaemia:** kb 0,5 mmol/l, ha a beteg hyperkalaemiás, ritmuszavar lehet (égés, veseelégtelenség)
 - **Izomfájdalom** a fasciculáció miatt.
 - **Agynyomást szemnyomást** fokoz (koponya, szem sérülés)
 - **Malignus hipertermiát** provokálhat
 - **Izomdisztrófiákban és myotoniás dystrophiákban** a m. masseter görcsét okozva intubálási nehézséget okoz, valamint izomszétévesztést kiváltva emeli a K szintet.

Nem depolarizáló izomrelaxánsok I.

- **Pipecuronium** (Arduan) 0,04-0,06 mg/kg, intubálás 0,1mg/kg. 3 perc alatt hat. 45 perces hatású, kumulálódik, kardiovaszkuláris mellékhatása nincs, máj bontja
- **Pancuronium** (Pavulon) dózisa az Arduánhoz hasonlít, kissé rövidebb hatású. Vagolyticus, így tachycardiát okoz. Kumulálódik, máj bontja
- **Vecuronium** (Norcuron) Dózisa a pipecuroniummal megegyezik, de 2 perc alatt hat és 25-30 perces hatású. Nincs kardiovaszkuláris hatása, de elősegíti más altatószerek bradikardizáló hatását. Máj bontja, epével ürül, kumulálódik

Nem depolarizáló izomrelaxánsok II.

- **Rocuronium** 0,6 mg/kg 75 sec alatt hat, 0,9mg/kg 60 sec alatt hat, de ekkor már 45 percig elhúzódik a hatása. Fő indikációja a gyors intubálás, amikor a succinylcholin kantrindikált. Enyhe vagolyticus hatású
- **Atracurium** (Tracrium) 0,45mg/kg, két per alatt hat, hatása 30 percig tart. Histamint szabadít fel, de kisebb mértékben, mint a d-tubocurare. A szervezet pH-ján és hőjén spontán bomlik az un. Hofmann eliminációval. Bomlásterméke a laudanosine, mely konvulziót okozhat, de emberben még nem fordult elő
- **Cisatracurium** Cis-izomerje az atracuriumnak, mivel a trasizomer okoz histamin felszabadulást. Kissé lassabb hatásbeállású, mint az atracurium, de egyebekben hasonló tulajdonságú, de histamint nem szabadít fel

Izomrelaxánsok adagolása

- Succinylcholin max. egyszer ismételjünk, többször adva asystólia lehet és az izommembrán hosszú időre ingerelhetetlenné válik
- A nem-depolarizáló izomrelaxánsok esetében a kezdő adag $\frac{1}{4}$ -ét adjuk, legtöbb kumulálódik, így egyre ritkábban kell a műtét során ismételni.

Izomrelaxánsok antidótumainak hatásmechanizmusa

- Anticholinesteraseok, az acetylcholine lebomlását gátolják, így a felszaporodó acetylcholine le tudja szorítani a receptorokról a relaxánsokat.
- Succinylcholine esetén ne alkalmazzuk őket, mivel annak az elbomlását is megakadályozzák.

Non-depolarizáló izomrelaxánsok III.

- **Mivacurium** (Mivacron) 0,075-0,15 mg/kg. 90-120 sec hatásbeállítás. A plazma cholinesterase bontja. A legrövidebb hatású a nondepolarizáló izomrelaxánsok között. Cholinesterase deficienciában hatása elnyúlik. Histamint szabadít fel.

Izomrelaxáns-hatás monitorozása

- TOF (train-of-four): 4 inger (T1 T2 T3 T4) 2 s alatt 10 s szünet az ingerek alatt. A n. ulnaris ingerlik a csukló felett és a hüvelyk ujj elmozdulását mérik.
- Depolarizáló relaxáns hatás esetén mindegyik inger kisebb lesz, de egyforma.
- Nem depolarizáló relaxáns esetén azt egymást követő négy inger egyre kisebb lesz. T4/T1 hányados a TOF arány. 90%-os arány esetén lehetünk abban biztosak, hogy a beteg képes teljesen védeni a légutait (ép garatreflexek, jól köhög, fejét emeli).
- **A nikotin receptorok 75%-os lekötése esetén van látható non-depolarizáló izomrelaxáns hatás!**

Antidótumok

- **Edrophonium** 1 perc alatt beáll a hatása, de néhány perc múlva a neuromuscularis blokk kis mértékben visszatérhet mivel részben disszociál az enzimről. (Myasthenia gravis diagnosztika)
- **Neostigmin**: 7 perc is lehet a teljes hatásbeállítás, de hosszabb ideig hat. 1-2mg az adagja.
- **Pyridostigmine**: hosszú hatású, myasthenia gravis kezelésére használják.
- **Physostigmine**: átmegy a vér-agy gáton, anesztéziában ritkán használják.
- Valamennyi hat a muscarin receptorokon, azért atropinnal vagy glycopyrroláttal együtt alkalmazzák. Az atropin hatásbeállása és ideje az edrophoniummal, a glycopyrrolaté a neostigminnel egyezik meg.

Narkózistechnikák I.

- **TIVA:** Totális Intravénás Anesztézia. Perfúzorban adunk Propofolt + iv opioid + relaxáns (ha kell) + O₂-levegő keverékkel lélegeztetünk. A narkózis során csökkenteni kell a propofol adagját és a kumuláció miatt az opioidokat és a relaxánst is egyre ritkábban és tört dózisban kell ismételni.
- **VIMA:** Volatile Induction and Maintenance. Inhalációs bevezetés és fenntartás. Opiáttal relaxánssal kombinálható. Főleg gyerekeknél alkalmazzák.

Narkózistechnikák II.

- **Ballanszírozott anesztézia:** Inhalációs és intravénás anesztetikumok kombinációja.
- **Bevezetés:** Iv. bevezetés (propofol+opioid vagy etomidat+opioid).
- **Fenntartás:** propofol + opioid + inhalációs anesztetikumok +relaxáns.
- **Előnye:** kisebb dózisok adhatók és a mellékhatások is kisebbek. Az inhalációs kiegészítés biztosítja, hogy elkerüljük az „altatás alatti ébrenlést”.